

TTS

Avaluació energètica d'edificis

Montse Bosch
Fabián López
Inmaculada Rodríguez
Galdric Ruiz

Temas de Tecnología i Sostenibilitat
Temas de Tecnología y Sostenibilidad



TTS

Avaluació energètica d'edificis

**L'experiència de la UPC,
una metodologia d'anàlisi**

**Montse Bosch
Fabian López
Inmaculada Rodríguez
Galdric Ruiz**

Presentació

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) vol ser una organització proactiva a favor del desenvolupament sostenible i contribuir al progrés social, tant des de la seva especificitat d'organització acadèmica com des del context en què es troba. Per fer-ho, el Consell de Govern de la UPC va aprovar, l'abril de 2006, el nou pla UPC Sostenible 2015, que planteja la visió següent: *“L'any 2015, la Universitat Politècnica de Catalunya serà un referent tecnològic clau del desenvolupament sostenible a diferents escales (des de la local i regional fins a l'europea i global), tant per la seva contribució educativa com de RDI.”*

La clau per fer-ho possible és generar complicitats tant internes com externes, i alhora dedicar i seleccionar esforços orientats a aquelles qüestions que la societat considera importants, sense perdre mai la perspectiva de l'essència del rol universitari: la docència i la recerca.

Aquest llibre, que és el resum d'una experiència desenvolupada els darrers tres anys, constitueix un reflex fidel de l'esperit del treball que la UPC fa per la sostenibilitat. El punt de partida és aprofitar la necessitat interna de millorar ambientalment els edificis, especialment amb relació a les seves condicions d'eficiència energètica. Amb aquesta “excusa”, s'ha aprofitat per estudiar i desenvolupar, entre estudiants, professors i responsables de la gestió dels campus, les millors solucions i les metodologies més adaptades per tractar aquesta qüestió d'una forma eficaç.

Aquesta qüestió és, precisament, una de les prioritats de la sostenibilitat a escala europea, i també del nostre entorn, com es pot copsar amb el nou *Código Técnico de la Edificación* en l'àmbit estatal, o amb el Decret d'ecoeficiència de Catalunya.

El fet de publicar aquest llibre mostra la nostra intenció per establir un pont entre la universitat, tradicionalment massa aïllada, i l'entorn, amb el qual, en definitiva, cal treballar per afrontar de forma efectiva el repte del desenvolupament sostenible.

Volem agrair a totes les persones que han fet possible aquest llibre, als seus autors i, molt particularment, també als estudiants, els quals de ben segur seran actors de millora en el seu futur, com també a les institucions que ens han donat suport.

Didac Ferrer Balas, director del CITIES

Antoni Marí Bernat, comissionat per al Desenvolupament Sostenible

Introducció

Des de maig de 2003, per iniciativa del Vicerectorat adjunt d'Edificacions de la UPC, el Centre Interdisciplinari de Tecnologia, Innovació i Educació per a la Sostenibilitat (CITIES i, al seu moment, l'Oficina del Pla de Medi Ambient) treballa en l'elaboració i la implantació del Pla d'eficiència en el consum de recursos (PECR), amb l'objectiu d'establir polítiques i definir línies d'actuació per a l'estalvi i l'eficiència en el consum dels recursos energètics i d'aigua en els edificis de la UPC.

El PECR preveu, en una de les seves primeres fases, la realització d'avaluacions energètiques en les edificacions de la UPC per tal de valorar l'estat actual dels edificis i poder establir uns indicadors del seu comportament energètic a partir dels quals establir els objectius d'estalvi i d'eficiència. Per dur a terme aquestes avaluacions, es va crear una línia de projectes finals de carrera (PFC) per a estudiants de l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona (EPSEB), amb la coordinació de professors tutors de diferents departaments i amb la col·laboració indispensable de totes les unitats de suport de la UPC. Aquest treball ha estat una oportunitat excel·lent per integrar la recerca, la docència i la gestió a la universitat.

El document que ara us presentem és un recull de les experiències realitzades durant els darrers tres anys en el desenvolupament d'avaluacions energètiques en el marc del PECR i també –i potser el que és més important– una proposta sistematitzada de treball per a aquells que vulguin dur a terme iniciatives similars dins el camp de la docència o que es vulguin plantejar estratègies d'estalvi de recursos energètics en edificis existents.

En el moment de presentar aquest escrit, s'ha realitzat una primera convocatòria de treballs 2003-2004, amb 18 edificis avaluats, i una segona convocatòria 2004-2005, amb 6 treballs més, desenvolupats per un total de 29 estudiants. Atès que, des del punt de vista acadèmic i docent, la valoració ha estat altament positiva, la tasca feta fins ara només és l'inici d'un pla ambiciós, ja que cal continuar amb els estudis de la resta d'edificacions (la UPC en té 80, en total) que s'aniran realitzant en successives convocatòries mitjançant la metodologia descrita en aquest document.

Aclariment:

Les gràfiques i les imatges que il·lustren aquesta publicació són extretes dels treballs finals de carrera realitzats per estudiants d'Arquitectura Tècnica en el marc del PECR, i per tant, sovint no presenten una qualitat òptima ni un aspecte homogeni. Tot i això, s'ha preferit mantenir-les en el format original per tal de respectar el treball que els alumnes han realitzat i alhora, per reforçar l'aspecte acadèmic i formatiu d'un projecte basat en una experiència real.

(Tots els treballs aquí referenciats es poden consultar via web a www.upc.edu/cities o contactant directament amb: coord.medi.ambient@upc.edu)

Índex

1. Marc teòric

1.1	Els antecedents i el marc legal	13
1.2	El marc polític i econòmic	14
1.3	Docència, sostenibilitat i medi ambient	15
1.4	El compromís mediambiental	15
1.5	L'eficiència energètica	16
1.6	El factor confort	17
1.7	Què entenem per demanda	18
1.8	Els sistemes	19
1.9	L'ús i la gestió	20
1.10	Com encarar un procés d'avaluació energètica	21
1.11	L'eina que us oferim aquí	21

2. Desenvolupament de l'avaluació energètica

2.1	Metodologia	23
2.1.1	Fase 0: Prediagnosi	25
2.1.2	Fase 1: Aixecament de dades	25
2.1.3	Fase 2: Avaluació	27
2.1.4	Fase 3: Diagnosi i línies actuació	29
2.1.5	Fase 4: Propostes d'intervenció	30
2.1.6	Fase 4: Propostes d'intervenció. Exemples	31

3. Documents

3.1	Documents de la fase 1	37
3.2	Documents de la fase 2	54
3.3	Documents de la fase 3	76
3.4	Documents de la fase 4	81

4. Exemples

4.1	Situació dels edificis avaluats	85
4.2	Exemples de la fase 1	89
4.3	Exemples de la fase 2	106
4.4	Exemples de la fase 3	137

5. Eines

5.1	Instrumentació	151
5.2	Programari	153

6. Conclusions

7. Annexos

Annex I	Glossari de conceptes	163
Annex II	Resumen en español	167
Annex III	Summary in English	175
Annex IV	Índex de figures i taules	183
Annex V	Relació de projectes i autors	187

Bibliografia

1. Marc teòric

1.1. Els antecedents i el marc legal

El marc normatiu actual sobre l'edificació està experimentant un canvi, motivat per l'aprovació, a final de l'any 2002, de la Directiva 2002/91/CE, del Parlament Europeu, relativa a l'eficiència energètica dels edificis, i que s'ha de transposar necessàriament a la legislació espanyola.

Aquesta directiva europea obliga els estats membres a posar en vigor les disposicions legals, reglamentàries i administratives necessàries per donar compliment als requisits següents:¹

1. Aplicació de requisits mínims *d'eficiència energètica* per a edificis nous i grans edificis existents que siguin objecte de reformes importants.
2. *Certificació energètica* d'edificis.
3. Inspecció periòdica de calderes i sistemes d'aire condicionat.



En aquest context, s'estan incorporant, en el sector de l'edificació, noves exigències quant a la limitació de la demanda energètica dels edificis i també quant a l'eficiència energètica. Aquests objectius es comencen a concretar amb el *Código Técnico de la Edificación* (CTE), la certificació energètica dels edificis, la implantació i la utilització de l'energia solar, i amb la publicació de diferents ordenances municipals, que pretenen potenciar i fer complir actituds d'estalvi energètic i d'eficiència.

El CTE ja ha incorporat, en la seva redacció, les exigències de requisits mínims d'eficiència energètica que es tradueixen en el *Documento básico HE-Ahorro de energía* i en les eines d'avaluació associades per a la seva implementació (programes LIDER i CALENER).

Quant a la *certificació energètica*, cal explicar que consisteix en un procés administratiu que verificarà la *qualificació energètica* obtinguda per l'edifici, com a obra realment executada, respecte al seu projecte. Aquesta qualificació energètica s'obté mitjançant uns indicadors i una metodologia de càlcul, i comparant el consum energètic real de l'edifici –o el que s'hagi considerat com a necessari per satisfer les necessitats associades al seu ús– amb els paràmetres d'un edifici de referència.

En el cas d'Espanya, la implementació de la directiva europea s'ha fet coincidir amb les tasques que l'Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) desenvolupava en el marc de la directiva anterior (SAVE

¹ PRIETO GONZÁLEZ, P.A.: "*Certificación energética*". Ponència presentada al Seminari S-16 sobre eficiència energètica en l'edificació, organitzat per l'Instituto Eduardo Torroja. Madrid, 2004.

76/1993) i que, ara per ara, realitza el Grupo de Termotécnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla.

És dins aquest marc que s'estava desenvolupant el projecte "Calificación Energética de Viviendas" (CEV) i que ara s'ha actualitzat amb el desenvolupament de l'eina CALENER, que amplia l'àmbit de treball a la resta de tipologies d'usos i que coincideix amb les tasques d'actualització del *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (RITE), que s'espera que estigui acabat amb l'entrada en vigor del CTE.

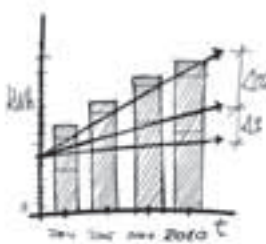
A Catalunya s'ha aprovat també el *Decret d'ecoeficiència*, promogut des del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, que regula l'adopció dels criteris d'ecoeficiència i ambientals en els edificis de nova construcció, els procedents de reconversió d'una antiga edificació i els que resulten d'obres de gran rehabilitació. Els paràmetres d'ecoeficiència que hauran de complir els edificis fan referència als àmbits següents:

- Aigua
- Energia
- Materials i sistemes constructius
- Residus

També cal mencionar les diferents ordenances solars municipals, entre elles la de Barcelona (1999), que ha estat un referent no tan sols a Catalunya sinó també en els àmbits estatal i europeu, a partir de la qual s'han desenvolupat bona part de les ordenances solars que hi ha disponibles en els municipis de Catalunya.

1.2. El marc polític i econòmic

Les polítiques energètiques han traslladat les seves preocupacions inicials, centrades en la manera de cobrir les necessitats energètiques dels ciutadans i de les empreses (sense consideració de l'estat dels recursos naturals i la seva disponibilitat futura), a unes noves estratègies que ajudin a reduir el consum energètic i promoguin l'eficiència i l'estalvi energètic. Amb aquests objectius, s'han establert noves línies de recerca i treball, que inclouen des de la cerca de noves fonts energètiques més sostenibles i respectuoses amb el medi ambient fins a noves normatives o reglaments, que obliguin a fer un consum més responsable des de tots els àmbits de la comunitat.



En aquest marc polític i econòmic, preocupar-se per l'eficiència energètica de manera general sembla un objectiu prioritari per a qualsevol economia. El preu del petroli és cada vegada més elevat i les reserves de combustibles fòssils són limitades (200 anys per al carbó, 60 per al gas i l'urani i 40 per al petroli, segons les fonts). Paradoxalment, la demanda energètica augmenta anualment en cada país. Només entre l'any 2000 i el 2004, la demanda d'energies primàries a Espanya ha augmentat un 13% i, a més, amb una elevada dependència energètica de l'exterior, que se situa al voltant del 75% d'energia primària importada, mentre que la mitjana a la Unió Europea (UE) està al voltant del 50%,² xifra que les institucions comunitàries també consideren excessiva. Aquesta dependència va en augment, amb les implicacions

no sols econòmiques i comercials que aquest fet comporta, sinó també amb uns efectes significatius per al medi ambient, ja que es tracta majoritàriament d'energies d'origen fòssil, amb un nivell elevat d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Tot i que la reducció de consums energètics s'ha de realitzar en tots els sectors, l'edificació, amb l'impacte que significa ser responsable del 20% dels consums energètics espanyols,³ representa un factor clau en les polítiques de promoció de l'estalvi i té unes repercussions econòmiques determinants a curt i llarg termini.

² Dades del Pla energètic de Catalunya.

³ En el sector residencial i terciari, segons dades de l'IDAE, 2003.

2. Desenvolupament de l'avaluació

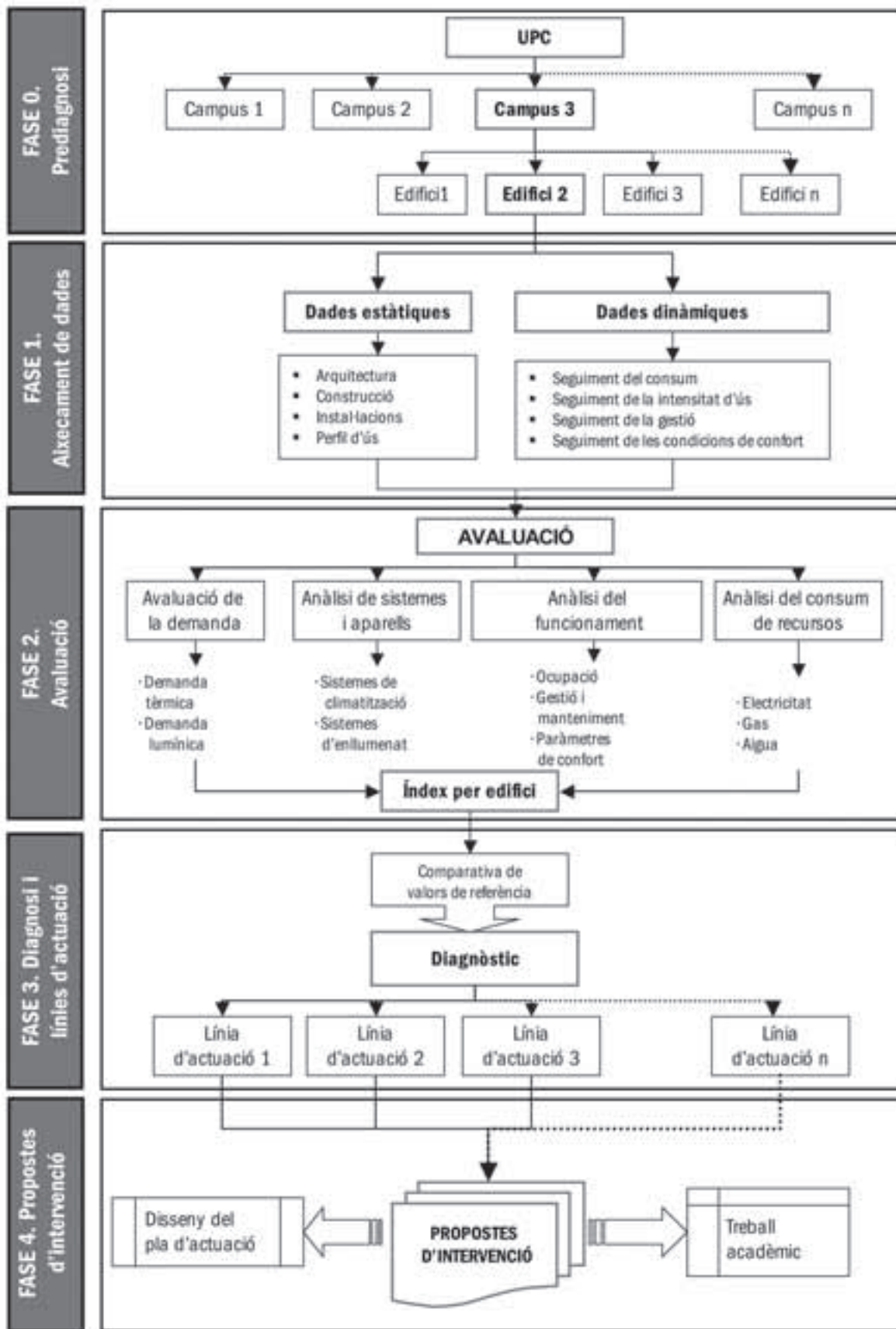
2.1. Metodologia

Després de la lectura atenta del capítol anterior, l'usuari es pot plantejar si vol desenvolupar l'avaluació energètica i –el que és més important– amb quins objectius. El procés i la tasca que s'han de realitzar són importants i requereixen mitjans i col·laboracions a diferents nivells. Per tant, cal que des d'un principi es pugui comptar amb la participació i la implicació de tots els agents que intervindran en el procés.

D'acord amb els objectius que nosaltres havíem definit al PEQR, i després de les experiències recollides, presentem l'esquema bàsic de desenvolupament del treball, organitzat en quatre grans fases diferenciades, més la fase prèvia de prediagnosi, que serveix per definir l'escenari d'inici dels treballs.

- Fase 0: Prediagnosi
- Fase 1: Aixecament de dades
- Fase 2: Avaluació
- Fase 3: Diagnosi i línies d'actuació
- Fase 4: Propostes d'intervenció

Cadascuna d'aquestes fases s'explica detalladament en els documents que figuren a continuació i tot el procés que es descriu se sintetitza en el quadre següent.



2.1.1. Fase 0. Prediagnosi

La prediagnosi és prèvia a tot el procés d'avaluació i s'orienta a descobrir les disfuncions energètiques presents a l'edifici.

Qualsevol iniciativa que pretengui oferir criteris de millora, estalvi o eficiència energètica necessita definir, prèviament, l'escenari de partida sobre el qual valorar el potencial de millora i la viabilitat dels objectius que s'estableixin. Si l'objectiu, per exemple, és reduir el 50% del consum d'un edifici, cal saber respecte a quin paràmetre: al consum anual?, al consum total de recursos?, al consum per a una banda d'usos energètics?, per m²?

Aquest escenari requereix disposar d'una informació suficient per poder identificar la tendència del consum de recursos i els factors que s'intueix que poden condicionar aquestes tendències i, segons el nivell de detall de la informació que es tingui, per poder identificar línies d'actuació específiques que es puguin desenvolupar.

Com que es tracta de definir l'escenari de sortida a partir de la informació disponible, abans de realitzar un estudi específic, com pot ser l'avaluació energètica, el que fem en realitat és una *prediagnosi*, ja que el diagnòstic pròpiament dit serà el resultat que obtinguem un cop s'hagi fet l'avaluació energètica, amb una anàlisi molt més detallada i a un altre nivell, després de recollir tota la informació específica.

Aquest és el cas de l'experiència de la UPC quan va ser necessari realitzar la prediagnosi en diferents nivells i d'acord amb la informació disponible.

- Nivell 1. Anàlisi del consum de recursos a la UPC
- Nivell 2. Anàlisi del consum de recursos per campus
- Nivell 3. Anàlisi del consum de recursos per edificis

D'acord amb la valoració de cadascun dels nivells analitzats, es varen definir possibles línies d'actuació "genèriques":

- Actuacions relacionades amb el tipus de recurs energètic que es consumeix:
 - Substitució de fonts energètiques
 - Incorporació d'energies renovables
- Actuacions relatives a la gestió dels recursos:
 - Xarxa de seguiment del consum de recursos
- Actuacions específiques en els edificis:
 - Avaluacions energètiques
 - Anàlisi de la qualitat de l'aire interior

2.1.2. Fase 1. Aixecament de dades

És la primera fase de tot exercici d'auditoria, i en depenen el bon resultat i la fiabilitat que es puguin obtenir en les fases següents de treball. Cal, doncs, que els gestors i els diferents usuaris dels edificis facilitin al màxim l'accés a les diferents fonts d'informació. En aquest sentit, hem considerat que podem establir tres tipus d'accessibilitat: un nivell bàsic per als edificis amb escassa informació o dades que cal verificar; un nivell mitjà per als edificis amb disponibilitat de dades parcial i de les quals s'ha de millorar la quantitat i la qualitat, i un nivell detallat per als edificis amb gran disponibilitat de dades, de bona qualitat i que només cal constatar.

També hem diferenciat els tipus de dades recollides com a *dades estàtiques* i *dades dinàmiques*, segons les modificacions que registren al llarg del temps. Així, tenim les característiques arquitectòniques de l'edifici, que en principi no varien i que considerem estàtiques, mentre que la intensitat d'ús o les condicions de confort d'un edifici es consideren dinàmiques. Fem aquesta diferenciació perquè cadascuna d'aquestes dades requereix un treball de camp diferent, que s'ha de reflectir, també, en uns formats de documents específics.

Com ja hem dit, el procés d'aixecament de dades té com a objectiu recollir tota aquella informació de l'edifici que ens permeti entendre com funciona, en quines condicions es troba i quins consums de recursos genera. Per exemple, cal distingir clarament el que són *dades arquitectòniques*, que ens ajudaran a entendre com funciona l'edifici respecte de l'entorn (l'orientació, el volum o les ombres que es produeixen sobre la façana, per exemple); *les dades constructives*, que han de donar-nos la informació sobre com treballa l'edifici per si sol i quin paper té l'envoltant en el balanç energètic (la disposició de les obertures, els tipus de tancaments, els materials que hi intervenen...), i les *dades referides a les instal·lacions*, com els tipus de sistemes de refrigeració i calefacció, si existeix sectorització de xarxes, o la qualitat lumínica assolida, etc.

Finalment, hi ha una valoració de les dades que es recullen, que nosaltres diferenciem entre *quantitat* i *qualitat*. Per tal d'implementar la quantitat de dades, amb criteris raonables, es pot millorar la informació que ofereixen els plànols disponibles de l'edifici, realitzar seccions constructives, fer fotografies i, en casos concrets, realitzar cales. Un cop s'ha tingut accés al màxim de dades, cal millorar-ne la qualitat, cosa que s'aconsegueix transformant a formats digitals els plànols en suport paper, fent enquestes als usuaris de l'edifici per detectar-hi conflictes o desconforts, etc.

La nostra experiència

- Hem comprovat que el fet de no disposar de totes les dades exigibles durant les diferents fases de l'aixecament no és una limitació ni un entrebanc per avançar en el procés d'avaluació energètica.
- Cal entendre que una avaluació no és una hipòtesi ni un estudi teòric, sinó un exercici emmarcat en una realitat; per tant, està limitat per aquesta i pel temps disponible per dur-la a terme.
- Les dades que recollim en origen i les que puguem aconseguir durant l'aixecament són determinants, ja que marquen la direcció en què hem d'enfocar el procés complet d'avaluació, la direcció de les nostres conclusions, i ens permetran també albirar les propostes d'intervenció que se'n puguin derivar.
- Cal, això sí, ser realistes i procurar ajustar-se a les possibilitats i peculiaritats de l'edifici que es vol avaluar per tal d'extreure el profit màxim de les seves singularitats.

Sistematització de l'aixecament de dades

(Vegeu l'esquema de la pàg. 36)

És recomanable donar a tots els fulls de recollida de dades un codi que permeti reconèixer el tipus d'informació que s'està processant. Així, en els nostres treballs, hem definit:

F1 Fase 1. Aixecament de dades

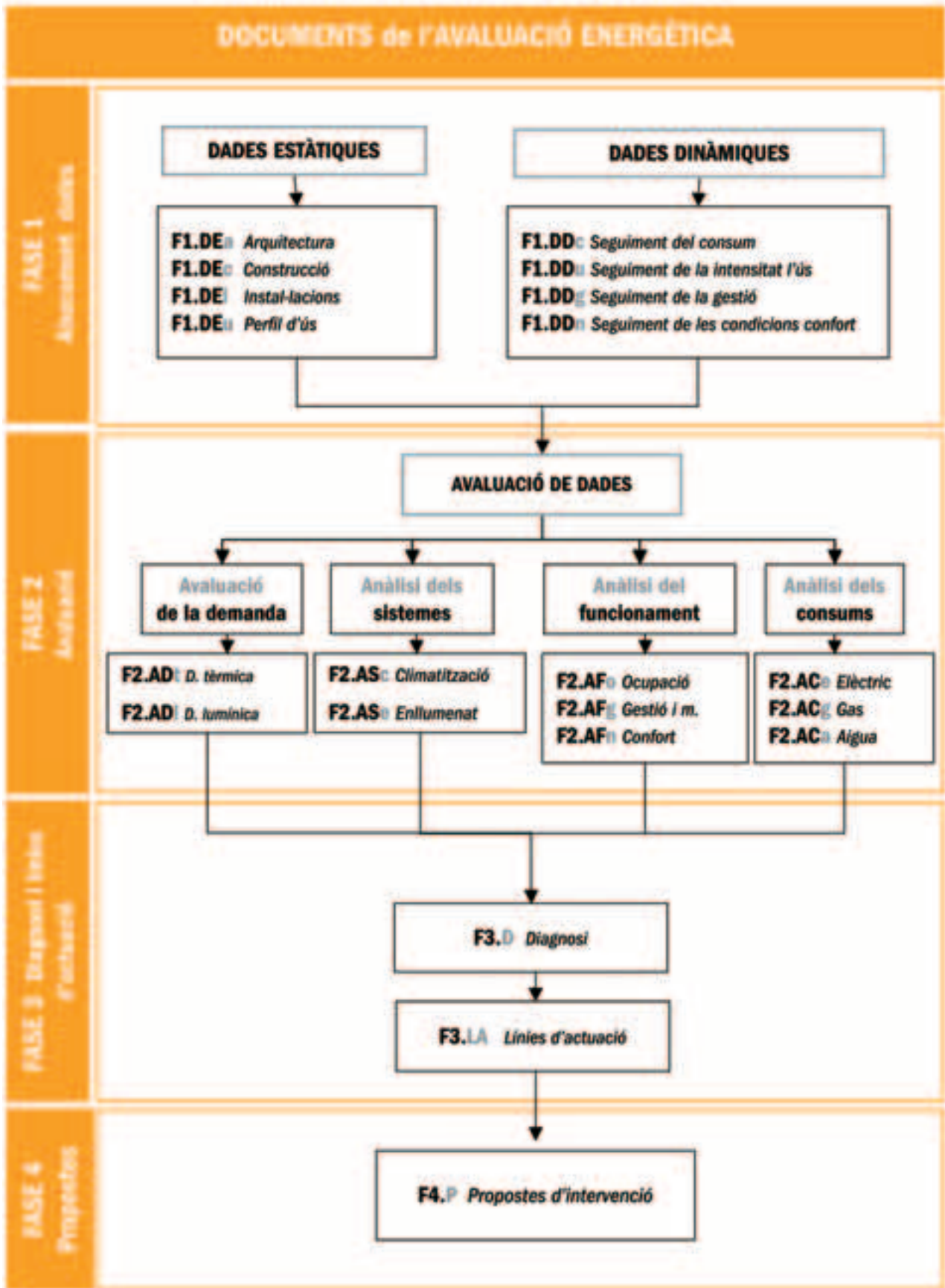
- **DE:** determina les dades estàtiques i
- **a:** els conceptes relacionats amb l'arquitectura
- **c:** la construcció
- **i:** les instal·lacions
- **u:** el perfil d'ús

- **DD:** determina les dades dinàmiques de seguiment
- **c:** el seguiment de consums
- **u:** el seguiment i la intensitat d'ús
- **g:** el seguiment de la gestió
- **n:** el seguiment de les condicions confort

3. Documents

A continuació, es presenten els *documents* que expliquen de forma detallada el desenvolupament de les avaluacions energètiques, segons la metodologia proposada, en les seves diferents fases:

- **Fase 1.** Aixecament de dades
- **Fase 2.** Avaluació
- **Fase 3.** Diagnosi i línies d'actuació
- **Fase 4.** Propostes d'intervenció



3.1. FASE 1. AIXECAMENT DE DADES

F1.DEa: Aixecament de dades estàtiques

Arquitectura

Què volem?

Aquest *document* ha de permetre fer la primera aproximació a l'edifici amb l'objectiu de conèixer-ne les característiques formals, l'orientació, l'emplaçament i, en definitiva, de quina manera es relaciona amb el seu entorn.



(Vegeu els exemples 1, 2 i 3)

Cal fer-se les preguntes clau següents:

- On som?
- On és el nord?
- Estem aïllats o adossats?
- És un edifici esvelt o assentat?
- És obert o tancat? (porós o hermètic)

Amb quines eines?

Cal utilitzar totes les fonts documentals disponibles per tal de recollir les dades existents i contrastar-les amb la primera aproximació a l'edifici: registre fotogràfic, plànols cadastrals, plànols d'arxiu, etc.

Aquesta etapa, en el nostre cas, va comportar la recollida de dades dels arxius del Servei de Patrimoni de la UPC. Les dades referents a l'emplaçament les van obtenir els propis estudiants amb una primera visita de reconeixement de l'edifici.

De quina manera?

L'enregistrament de les diferents dades s'ha de fer en dos formats:

Gràficament: actualitzant els plànols existents dels edificis i seguint el criteri de només enregistrar els canvis substancials de la forma i de l'envoltant, sense necessitat de fer-ne un aixecament exhaustiu.

Estadísticament: traduint a valors comparables les dades genèriques de l'arquitectura de l'edifici (volum, superfície total, proporció de ple-buit de façanes, etc.). Per dur a terme aquesta tasca, cal unificar la forma de recollir aquestes dades, ja que això facilitarà que es puguin utilitzar posteriorment i, sobretot, comparar amb els paràmetres de referència de la pròpia institució o d'altres referents externs.



Fig. 4 Gràfic de situació del Campus Nord



Fig. 5 Vista de la façana nord de l'edifici de la FME del Campus Sud

En el nostre cas, es varen dissenyar fitxes i taules que servissin per recollir i catalogar la informació obtinguda d'acord amb els objectius que teníem establerts.

EDIFICI: MÒDUL C5					
DATOS GENERALES					
Ubicació:	Campus Nord	Superfície total: 5.561,45			
INFORMACION PLANIMÉTRICA					
Plans	Completa	Incompleta	Observaciones		
Alçada		X	Se realicen planos de FACHADA		
Plantas	X				
Secciones		X	Se realiza SECCIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL		
Instalaciones		X	Se realiza encuesta sifitas		
ARQUITECTURA					
	Estructura				
	Sup. Total	% Llens	% Vació	Orientación	Materiales
Fachada 1	575,55	72,55%	25,55%	SUR-ESTE	Otra vista
Fachada 2	235,50	86,00%	14,00%	SUR-CESTE	Otra vista
Fachada 3	455,51	53,40%	15,50%	NORD-CESTE	Otra vista
Fachada 4	235,1	53,20%	15,50%	NORD-ESTE	Otra vista
Cubierta	705,25	97,55%	2,12%	HORIZONTAL	Gravilla
Soles	1296,33	100,00%	0,00%	HORIZONTAL	Cerco Serrano h=0,50
Muros Exteriores	314,27	100%	0,00%	VERTICAL	Hormigón armado

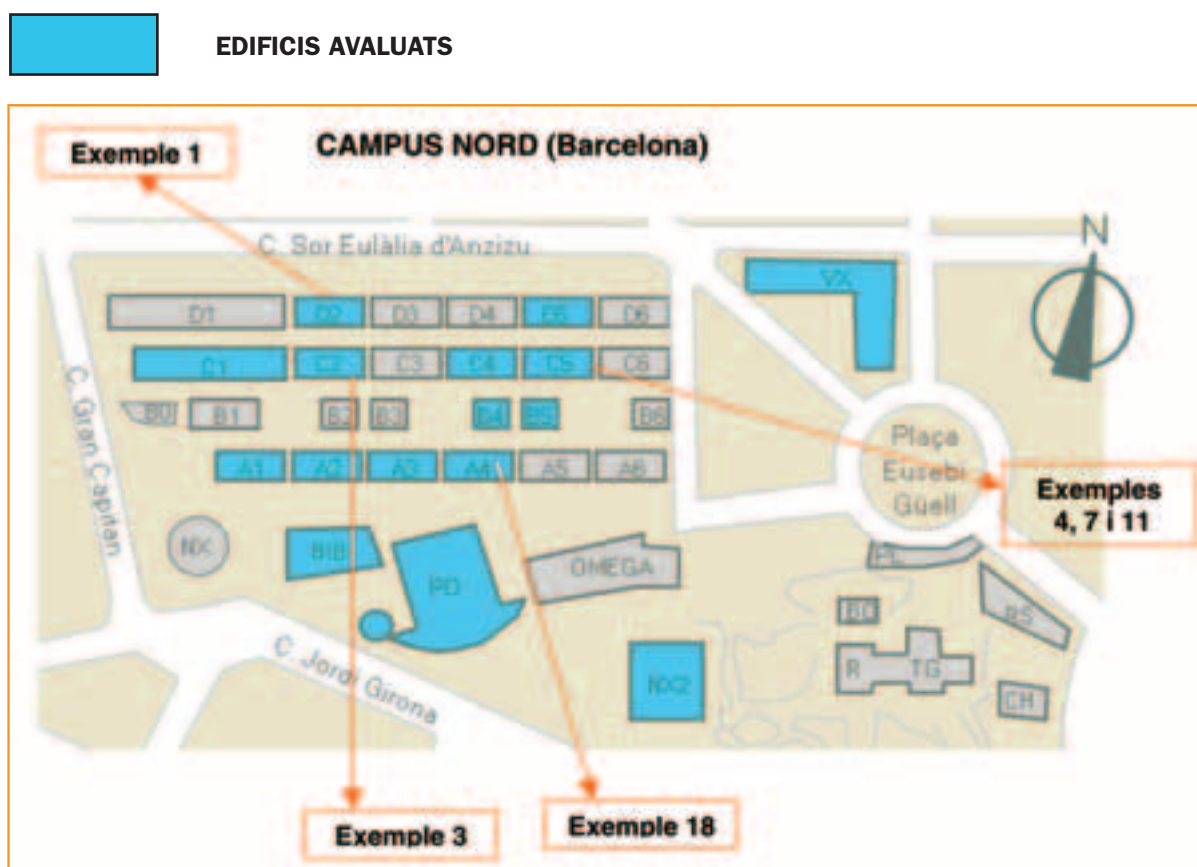
Fig. 6 Fitxa d'aixecament de dades estàtiques del Mòdul C5 del Campus Nord

CONSIDERACIONES

En aquesta primera aproximació, cal conèixer i comprendre l'edifici al màxim: observar-ne l'entorn i la composició, familiaritzar-se amb tots els seus elements i sistemes i, en el cas d'edificis "històrics", buscar bibliografia de referència que ens situï en el context històric en què es varen construir. En alguns casos, és possible entrevistar l'arquitecte o els tècnics que van col·laborar en el projecte i en l'execució de l'edifici, i aquesta informació pot resultar molt valuosa, tant pel que fa als aspectes constructius com als funcionals.

4. Exemples

4.1. Situació dels edificis avaluats



- **A1** Aulari
- **A2** Aulari
- **A3** Aulari
- **A4** Aulari

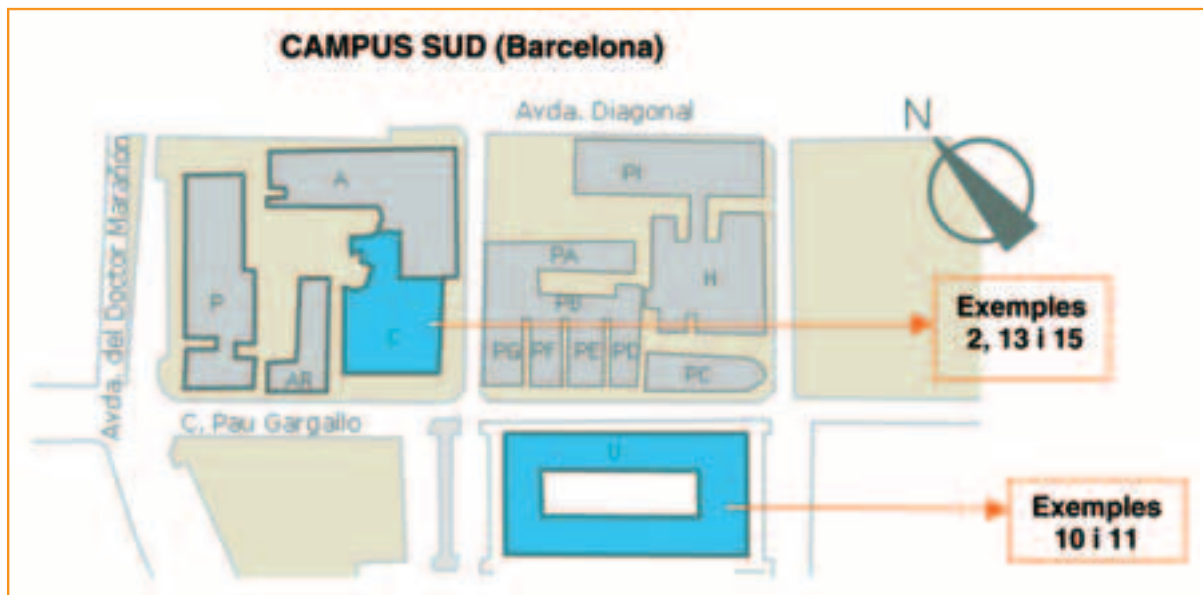
- **B4-5** Departament de Física Aplicada i Física Nuclear

- **C1** Departament d'Enginyeria de la Construcció
- **C2** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB)

- **C4** Departament d'Enginyeria Electrònica
- **C5** Centre de Sistemes i Sensors Electrònics

- **D2** Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica
- **D5** Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions

- **VX** Edifici Vèrtex
- **PO** Poliesportiu del Campus Nord
- **BIB** Biblioteca Gabriel Ferrater
- **NX2** Edifici Nexus 2



- **C** Edifici Coderch de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB)
- **U** Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME)



- **TR 1** Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT)
- **TR 4** Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa (ETSEIAT)
- **TR 8** Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa (EUOOT)
- **TR 9** Biblioteca
- **TR10** Edifici Campus

6. Conclusions

Qui fa l'encàrrec

El punt de vista de la UPC

La UPC, amb vocació d'atendre les demandes socials i, especialment, per la seva responsabilitat com a formadora de gran part de l'estudiantat d'enginyeria i arquitectura del país, ha de liderar el canvi cap a una societat més justa i sostenible. Per fer-ho, responem amb les nostres eines, que no són altres que la ciència i la tecnologia, l'anàlisi i la reflexió, el diagnòstic i les propostes de millora.

Com a gestors de patrimoni públic, a més, tenim la màxima responsabilitat de respectar els béns comuns, entre els quals hi ha els recursos econòmics, però també el medi ambient, que n'és el principal.

És en aquest marc que podem donar valor a aquest treball que ara presentem: per la metodologia d'anàlisi i de diagnosi que suposa dels propis edificis de la institució, la qual pot ser aplicada en altres tipologies edificatòries, i perquè facilita el coneixement objectiu de les possibles debilitats dels sistemes de gestió ambiental. Aquests aspectes del propi parc edificat s'afegeixen al programa laboratori REAL.

Finalment, i pel que fa a la difusió del coneixement, ens sentim plenament obligats i satisfets d'aportar aquesta publicació al sistema global de la comunicació ambiental i de sotmetre-la a la crítica, a la discussió i al debat, amb la intenció de participar activament en el canvi cap a una societat millor.

Joan Ramon Rosell Amigó, *vicerector d'Edificació de la UPC (2002-2006)*



Qui assumeix l'encàrrec

El punt de vista del CITIES

El desenvolupament dels treballs que es presenten aquí ha comportat, per a la UPC, un experiment molt interessant des del punt de vista de la integració dels diferents grups que conformen la seva comunitat universitària. En el desenvolupament d'aquests treballs, han col·laborat amb un mateix objectiu estudiants, professors, investigadors, gestors i tècnics responsables dels edificis. Aquesta experiència reforça, sens dubte, la idea que la sostenibilitat és un objectiu impossible d'assolir des d'una perspectiva que no sigui interdisciplinària.

L'avaluació energètica dels edificis de la UPC parteix de la consideració que el plantejament d'objectius i les polítiques de futur en matèria d'estalvi i eficiència en el consum de recursos energètics necessàriament ha de partir de l'anàlisi de la realitat dels edificis existents, que marcaran les referències dins un procés que es considera que no hauria de ser puntual, sinó dinàmic, i que ha de servir per realitzar un seguiment permanent de les mesures incorporades i la consecució d'objectius.



Si els usuaris dels edificis participen –com en aquest cas– en el procés d'avaluació i anàlisi de l'eficiència en el consum de recursos energètics, és factible garantir que els plans i les polítiques de millora seran aplicables i, el que és més important, que seran permanentment avaluats i controlats.

Els campus universitaris poden semblar petites ciutats per la seva diversitat i singularitat i, tot i que a una escala diferent, ofereixen la possibilitat de convertir-se en “laboratoris” ideals per a l'avaluació i l'anàlisi de problemes relacionats amb l'arquitectura i l'edificació. Entenent que aquest àmbit té un paper important en el consum global de recursos i el seu impacte ambiental associat, és fonamental aprofitar aquest potencial d'experimentació, amb la possibilitat addicional de transmetre'l a les noves generacions de professionals que treballaran i incidiran en aquest àmbit en la seva vida professional.

Didac Ferrer Balas, *director tècnic del CITIES*
Fabian López Plazas, *assessor del CITIES*

Qui coordina el procés

El punt de vista acadèmic

Com es recull a la Declaració de Barcelona (2004), la docència i, particularment, la formació universitària, són eines vitals per introduir els canvis i construir un món millor. L'educació superior és essencial si volem assumir un desenvolupament sostenible paral·lel al progrés social.

Per aquest motiu, els experts demanen a la universitat que formi professionals compromesos personalment i capaços de resoldre els reptes de la sostenibilitat, de conèixer la gestió energètica, de treballar amb problemes reals i en grups interdisciplinaris i, fins i tot, que aprenguin a desenvolupar projectes propers a la comunitat.

Com a docents convençudes d'aquest paper important que la universitat té, hem col·laborat i aportat el nostre coneixement a l'experiència que us presentem aquí, recollida en un document que pretén mostrar les línies i els treballs que s'han dut a terme.

Volem agrair la participació, en aquest projecte, de tots els estaments i del personal de la UPC, que han permès que aquesta bona experiència sigui, a més d'una oportunitat de millora quant a la gestió dels recursos, també una realitat perdurable en les actituds i la motivació de l'estudiantat.

Inma Rodríguez Cantalapiedra
Professora del Departament de Física Aplicada

Montse Bosch González
Professora del Departament de Construccions Arquitectòniques II



Qui executa el treball

El punt de vista de l'estudiant

El projecte final de carrera (PFC) és la culminació del procés de formació dels estudiants d'arquitectura tècnica de l'EPSEB, i obliga a l'estudiant a sintetitzar els coneixements adquirits durant la carrera.

En aquest sentit, la realització d'un projecte final de carrera d'avaluació energètica ens ha exigint entendre l'edifici d'una forma global i comprendre amb profunditat els diferents factors que incideixen en el consum de recursos. Aquest procediment, alhora, ens ha obligat com a estudiants a actualitzar els coneixements adquirits durant la carrera i a revisar les relacions existents entre els diferents aspectes de l'edificació (tancaments, sistemes, gestió, manteniment...) que influeixen en el consum final d'energia.

També, i el que potser és més important, el procés d'avaluació energètica ens ha permès prendre consciència, com a arquitectes tècnics, de l'impacte ambiental de la nostra activitat professional, arribant a modificar la nostra percepció dels edificis i motivant-nos per procurar reduir al màxim aquest impacte.

Galdric Ruiz Martorell, *responsable d'edificació sostenible del CITIES*
Arquitecte tècnic, promoció 2003-2004

Jordi Martí Muñoz, *assessor del CITIES*
Arquitecte tècnic, promoció 2004-2005

